

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-173171

(43)Date of publication of application : 04.08.1986

(51)Int.Cl. G01R 27/02  
H01L 21/66

(21)Application number : 60-013932

(71)Applicant : MITSUBISHI METAL CORP  
NIPPON SILICON KK

(22)Date of filing : 28.01.1985

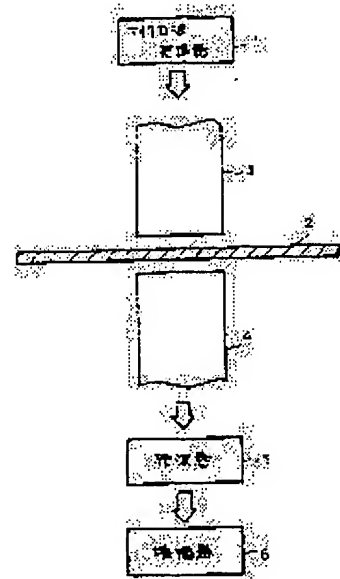
(72)Inventor : MURAI KOJI  
USAMI AKIRA

## (54) METHOD FOR MEASURING RESISTIVITY OF SEMICONDUCTOR WAFER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the surface resolving power of an intra-surface resistivity distribution without contacting with a semiconductor wafer by obtaining the resistivity of the semiconductor wafer from the absorbed quantity of the radio wave obtd. from the difference between the irradiated quantity and transmitted quantity or reflected quantity of an electromagnetic wave.

**CONSTITUTION:** The microwave irradiated from an incident side waveguide 3 is first detected directly by a detection side waveguide 4 while the semiconductor wafer 2 is held removed. The irradiated quantity  $V_0$  of the microwave is thus obtd. The wafer 2 is then inserted between the waveguides 3 and 4 and the microwave is irradiated thereto. The transmitted quantity thereof is similarly obtd. as the output from an amplifier 6. The transmittivity  $V/V_0$  or absorptivity  $(V_0-V)/V_0$  of the microwave in the wafer 2 is obtd. from the above-mentioned  $V_0$ ,  $V$ . The value determined in the above-mentioned manner and the preliminarily obtd. relation between the resistivity and absorptivity or transmittivity in the wafer having the known resistivity are compared after the thicknesses of the wafers are corrected with each other. The resistivity of the wafer 2 is thus obtd.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-173171

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 01 R 27/02  
H 01 L 21/66

識別記号 庁内整理番号  
7706-2G  
7168-5F

⑬ 公開 昭和61年(1986)8月4日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 半導体ウエハの抵抗率測定法

⑯ 特 願 昭60-13932

⑰ 出 願 昭60(1985)1月28日

⑱ 発 明 者	村 井 耕 治	松戸市梨香台団地4-706
⑲ 発 明 者	宇 佐 美 晶	愛知県愛知郡日進町南ヶ丘1-9-3
⑳ 出 願 人	三菱金属株式会社	東京都千代田区大手町1丁目5番2号
㉑ 出 願 人	日本シリカコン株式会社	東京都千代田区大手町1丁目5番2号
㉒ 代 理 人	弁理士 志賀 正武	

明 細 書

半導体ウエハの抵抗率測定法。

8. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、LSIの製造工程等において、半導体ウエハの抵抗率や面内抵抗率分布を測定する際に用いられる半導体ウエハの抵抗率測定法に関する。

〔従来技術とその問題点〕

半導体ウエハの抵抗率や面内抵抗率分布は、半導体材料としての基本量であり、その良否は素子収率に重要な影響を与える。このため、上記半導体ウエハの製造工程や素子工程においては、逐次上記半導体ウエハの抵抗率や面内抵抗率分布を測定しておく必要がある。

従来このような半導体ウエハの抵抗率の測定法としては、四探針法が知られているが、この方法は測定時に上記半導体ウエハの表面に傷や金属汚染を与えてしまう所謂破壊検査法であるため、試料に対する測定には適用することができるものの、製品とされるものの測定には使用することができ

1. 発明の名称

半導体ウエハの抵抗率測定法

2. 特許請求の範囲

- (1) 半導体ウエハに電磁波を照射してその透過量又は反射量を計測し、上記電磁波の照射量と透過量又は反射量との差により得られる上記電磁波の吸収量から上記半導体ウエハの抵抗率を得ることを特徴とする半導体ウエハの抵抗率測定法。
- (2) 上記電磁波はマイクロ波であり、かつ上記マイクロ波を集束型導波管を介して上記半導体ウエハに入射し、その透過量を上記集束型導波管と同型の集束型導波管により検出することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体ウエハの抵抗率測定法。
- (3) 上記電磁波はマイクロ波であり、かつ上記マイクロ波を、端面がスリットを有する金属箔で覆われた導波管を介して上記半導体ウエハへ入射することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半

ない。このため、製品とされる半導体ウエハの抵抗率を測定し得る方法として、上記半導体の表面に対して非接触の状態での抵抗率を測定する渦電流法がある。

しかしながら、上記渦電流法にあつては、電気的制約からプローブの形状に制約があるため、10  $\mu\text{m}$  以下の面積内での狭い範囲の抵抗率を計測することができず、よつて半導体ウエハ表面の局所的な抵抗率を測定することができないという欠点があつた。また、上記半導体ウエハの外周部近傍の測定もできない為、面内抵抗率の分布も充分に得ることができないという欠点もあつた。

#### 【発明の目的】

この発明は上記事情に鑑みてなされたもので、半導体ウエハに接触することなく、しかも微小面積内の抵抗率を極めて高い精度で測定することができ、よつて面内抵抗率分布の面分解能を向上させることができる半導体ウエハの抵抗率測定法を提供することを目的とするものである。

#### 【発明の構成】

また、上記吸収量 $\alpha$ と、上記半導体ウエハの厚さ $t$ 及びこの半導体ウエハへの上記電磁波の照射面積 $A$ との関係は、 $\alpha \propto A t$ として表わされる。

#### 【実施例】

第1図は、上記原理に基づくこの発明の測定法の第1実施例に使用する装置の模式図を示すものである。

第1図において、マイクロ波発振器1から発振したマイクロ波は、半導体ウエハ2の表面と僅かの間隙をもつて配設された入射側導波管3から上記半導体2に照射される。そして、上記半導体ウエハ2内で吸収されずに透過した上記マイクロ波は、上記半導体ウエハ2を間に挟んで上記入射側導波管3と対向配設された検出側導波管4により検出されて検波器5に送られ増幅器6で増幅されてその電圧が出力されるようになっている。

そして、上記半導体ウエハ2の抵抗率を測定するには、先ず上記半導体ウエハ2を取り除いた状態で入射側導波管3から照射されるマイクロ波を直接検出側導波管4により検出し、これにより上

記の発明の半導体ウエハの抵抗率測定法は、半導体ウエハに電磁波を照射してその透過量又は反射量を計測し、上記電磁波の照射量と透過量又は反射量との差により上記半導体ウエハにおける上記電磁波の吸収量を得、この吸収量から上記半導体ウエハの抵抗率を得るものである。

#### 【発明の原理】

半導体ウエハ内に照射されたマイクロ波や $\text{CO}_2$ レーザ光等の波長 $\lambda$ の電磁波が、上記半導体ウエハ内で吸収される量 $\alpha$ は、 $\alpha \propto \lambda^2 n$ で表わされる。ここで、 $n$ はキャリアー濃度を示すものである。

一方、上記半導体ウエハの抵抗率 $\rho$ は、既知の定数である電荷 $e$ と移動量 $\mu$ とを用いて、 $\rho = 1/e n \mu$ で表わされる。したがつて以上の関係式から上記吸収量 $\alpha$ は、 $\alpha \propto \lambda^2 / \rho$ で表わされ、よつて上記半導体ウエハの抵抗率 $\rho$ に反比例することになる。

すなわち、上記半導体ウエハに波長 $\lambda$ の電磁波を照射した場合における吸収量 $\alpha$ を知ることにより上記半導体ウエハの抵抗率 $\rho$ を得ることができる。

記マイクロ波の照射量 $V_0$ を得る。次に、抵抗率を測定すべき半導体ウエハ2を上記導波管3、4間に挿入し、マイクロ波を照射してその透過量 $V$ を同様にして増幅器6からの出力として得る。そして以上の測定値 $V_0$ 、 $V$ により、上記半導体ウエハ2におけるマイクロ波の透過率 $V/V_0$ 。あるいは吸収率 $(V_0 - V)/V_0$ を求める。次に、このようにして求めた値と、予め同様の方法により求めておいた既知の抵抗率の半導体ウエハにおける抵抗率と吸収率又は透過率との関係とを、互いの半導体ウエハの厚さ補正を行なつたうえで比較することにより、上記半導体ウエハ2の抵抗率 $\rho$ が得られる。

しかし、このような半導体ウエハの抵抗率測定法によれば、半導体ウエハ2に対して非接触の状態での抵抗率を測定することができるため、製品とされる半導体ウエハの測定を行なうことができる。また、上記電磁波として、レーザ光や高い周波数のマイクロ波等を用いることにより半導体ウエハへの照射面積を極めて小さくすることが

できるため、狭い範囲の抵抗率をも測定することができる。さらに、上記半導体ウエハ2の外周部においても、計測に何等影響を受けないため、面内抵抗率の分布も確実に測定することができる。

次に、第2図はこの発明の測定法の第2実施例を示すものである。この例のものにあつては、第1図に示したマイクロ波の入射側及び検出側導波管3、4に代えて各々端面7がH字形に形成された同型の集束型導波管8が用いられている。

この例のものによれば、第1図に示したものより一層マイクロ波の照射ビームを収斂させることができ、よつて上記通常の導波管3、4を用いた場合に比べてより狭い範囲の抵抗率を測定することができる。

また、第3図はこの発明の測定法の第3実施例を示すもので、この例のものにあつては、上記集束型導波管8の端面7に、これを覆うとともに小矩形状のスリット9が形成されたアルミ箔等からなる金属箔10が設けられている。

しかし、この例のものによれば、マイクロ波

集束型導波管を用いた場合の実験結果を、第6図および第7図はそれぞれ第3図に示したような上記集束型導波管の端面をスリットを有するアルミ箔で覆つた場合であつて第6図は上記スリットによりマイクロ波ビームを $1\text{mm} \times 5\text{mm}$ の面積内から照射した場合の実験結果を、また第7図は上記マイクロ波ビームを $1\text{mm} \times 3\text{mm}$ の面積内から照射した場合の実験結果をそれぞれ示すものである。

第4図ないし第7図から、周波数10GHzのマイクロ波を用いて上記シリコンウエハの抵抗率を測定する場合には、概ね $10^{-2} \sim 10^2 \Omega\text{-cm}$ 程度の範囲の抵抗率を測定することができ、また第5図から第7図までに順次示すように上記マイクロ波の照射ビームを収斂させることにより分解能が増し、より詳細に測定することができるとともに、スリットを有する金属箔を用いた場合にはさらに $10^3 \Omega\text{-cm}$ 以上の抵抗率をも測定可能であることが判かる。

次に、第8図および第9図はそれぞれ周波数10GHzのマイクロ波を用いて、厚さ $400\mu\text{m}$ で直

径50mmのP型シリコンウエハの半径方向の面内抵抗率分布を測定した結果を縦軸に示す透過電圧の値として示したものである。ここで、第8図は、入射用及び検出用導波管として第2図に示す集束型導波管を用い、第2図中X、Yの両方向について測定した結果を示すもので、横軸の0点は上記シリコンウエハの外周縁を、また25mmの点はその中心位置をそれぞれ示すものである。また第9図は、上記導波管として第3図に示すアルミ箔で覆つた集束型導波管を用い、スリットにより $1\text{mm} \times 5\text{mm}$ の面積内からマイクロ波を照射した場合の結果を示すもので、第3図に示すY方向について測定した結果を示すものである。そして、第8図においては、中心における抵抗率 $\rho$ が $0.38\Omega\text{-cm}$ (4探針法により計測)のシリコンウエハについての、また第9図においては中心における抵抗率 $\rho$ が $0.38\Omega\text{-cm}$ ,  $0.76\Omega\text{-cm}$ ,  $2.7\Omega\text{-cm}$ (4探針法により計測)の3種類のシリコンウエハについての各測定結果をそれぞれ示す。

#### 【実験例】

第4図ないし第10図は、この発明の半導体ウエハの抵抗率測定法による各種の実験結果を示すものである。

このうち、第4図ないし第7図は、いずれも厚さ $400\mu\text{m}$ のP型およびN型の各種の抵抗率 $\rho$ を有するシリコンウエハについて、周波数10GHzのマイクロ波を用いて抵抗率測定を行つた場合の透過率 $V/V_0$ の変化を示すものである。ここで、第4図は、その入射側および検出側の導波管として通常の方形状端面を有する周波数10GHz用の導波管を用いた場合の実験結果を、第5図は、上記導波管として第2図に示した端面H字形の集

束型導波管を用いた場合の実験結果を、第6図および第7図はそれぞれ第3図に示したような上記集束型導波管の端面をスリットを有するアルミ箔で覆つた場合であつて第6図は上記スリットによりマイクロ波ビームを $1\text{mm} \times 5\text{mm}$ の面積内から照射した場合の実験結果を、また第7図は上記マイクロ波ビームを $1\text{mm} \times 3\text{mm}$ の面積内から照射した場合の実験結果をそれぞれ示すものである。

第8図および第9図により、この方法によれば、

シリコンウエハの外周部に至るまでの全域に亘つて面内抵抗率分布を測定し得ることが判かる。

また、第10図は、上記電磁波としてビーム径1mmのCO<sub>2</sub>レーザ光を用いた場合における厚さ400μmのP型及びN型のシリコンウエハの抵抗率 $\rho$ ( $\Omega$ -cm)と透過率との関係を示す実験結果である。

第10図により、上記CO<sub>2</sub>レーザ光を用いた場合には、さらに10<sup>-3</sup> $\Omega$ -cm近傍の抵抗率まで測定可能であることが判かる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したようにこの発明の半導体ウエハの抵抗率測定法は、半導体ウエハに電磁波を照射してその透過量又は反射量を計測し、上記電磁波の照射量と透過量又は反射量との差により上記半導体ウエハにおける上記電磁波の吸収量を得、この吸収量から上記半導体ウエハの抵抗率を得るものである。よつて、この測定法によれば、半導体ウエハに非接触の状態でその微小面積内の抵抗率を容易かつ高い精度で測定することができる。しか

2……半導体ウエハ、3……入射側導波管、4……検出側導波管、8……集束型導波管、9……スリット、10……金属箔。

出願人 三菱金属株式会社

日本シリコン株式会社

代理人 弁理士 志賀正

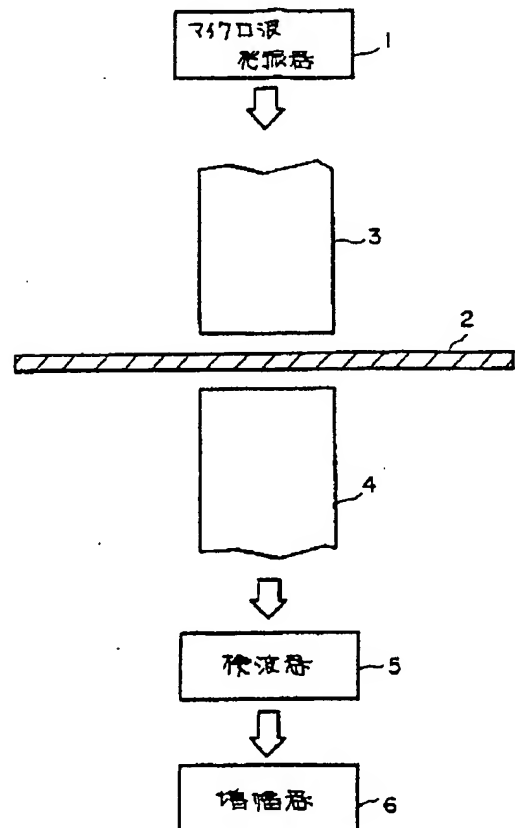


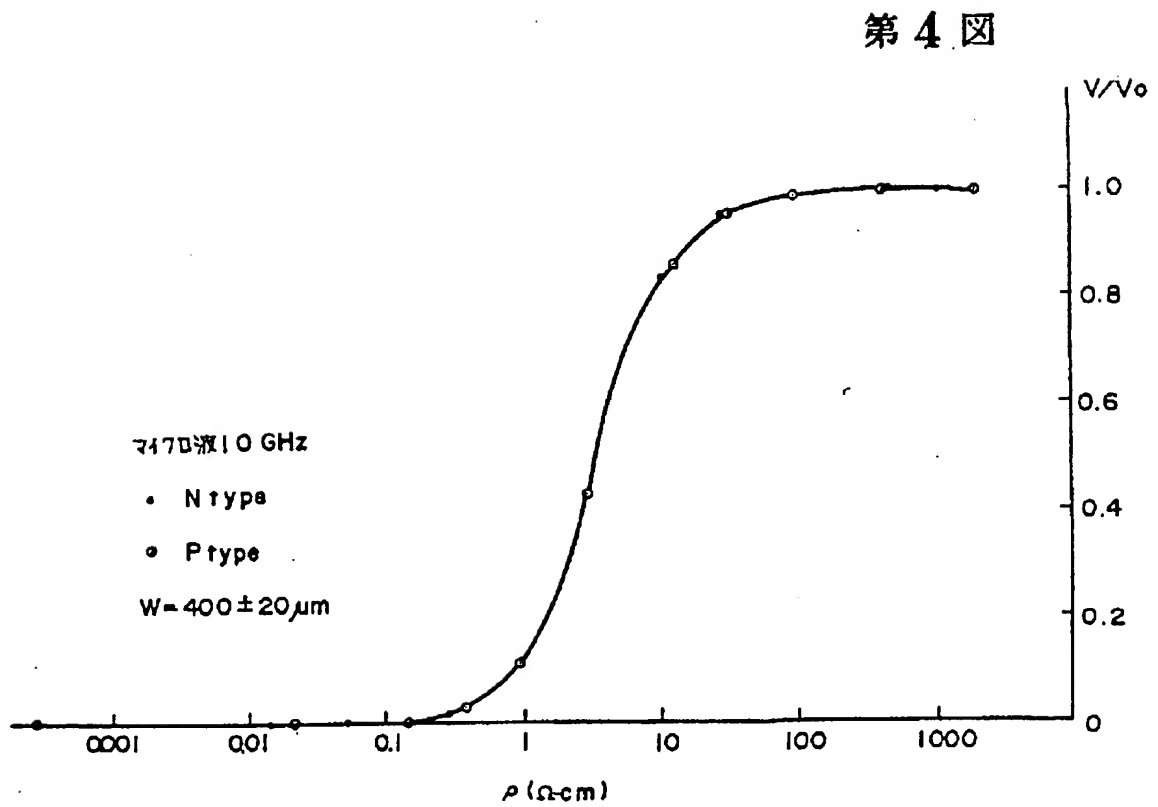
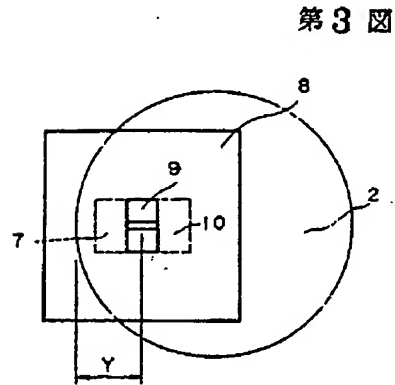
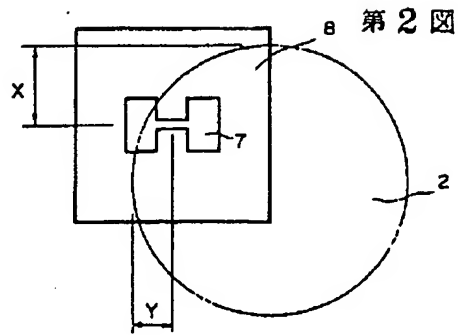
も、照射ビームを収斂させることが容易であるため面内抵抗率分布も詳細に測定することができ、上記半導体ウエハの製造工程における品質管理能力を大巾に向上させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

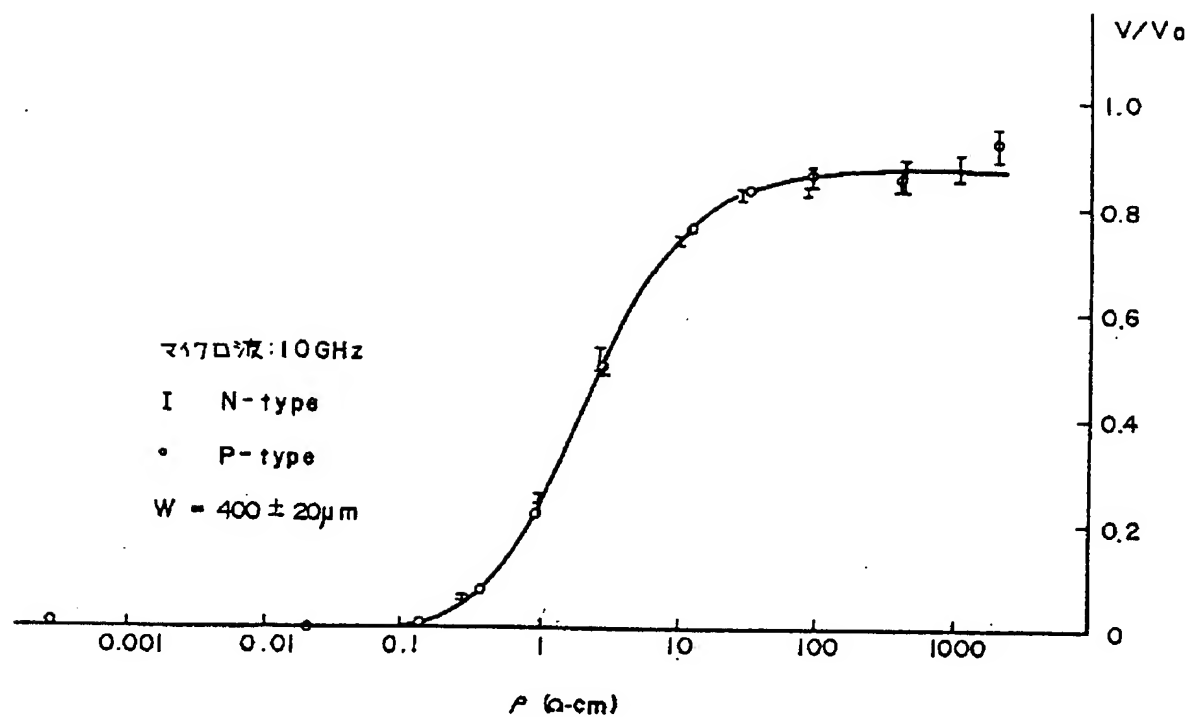
第1図はこの発明の半導体ウエハの抵抗率測定法の第1実施例に使用される装置の模式図、第2図は同じく第2実施例に使用される集束型導波管を示す模式図、第3図は同じく第3実施例に使用されるスリットを有する金属箔を示す模式図、第4図ないし第10図は、この発明の測定法による実験例を示すもので、第4図ないし第7図は、それぞれマイクロ波を用い、導波管を各種変化させた場合のシリコンウエハの抵抗率と透過率との関係を示すグラフ、第8図および第9図は、同様にしてシリコンウエハの面内抵抗率分布を測定した結果を示すグラフ、第10図はCO<sub>2</sub>レーザ光を用いた場合のシリコンウエハの抵抗率と透過率との関係を示すグラフである。

第1図

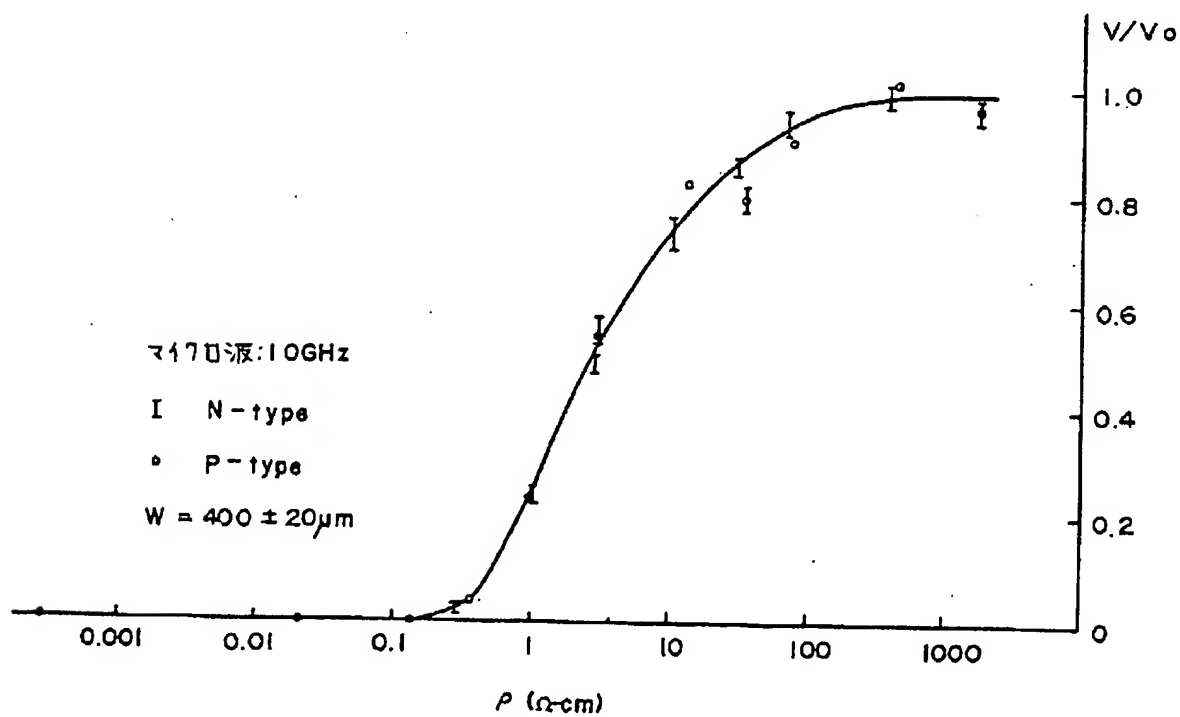




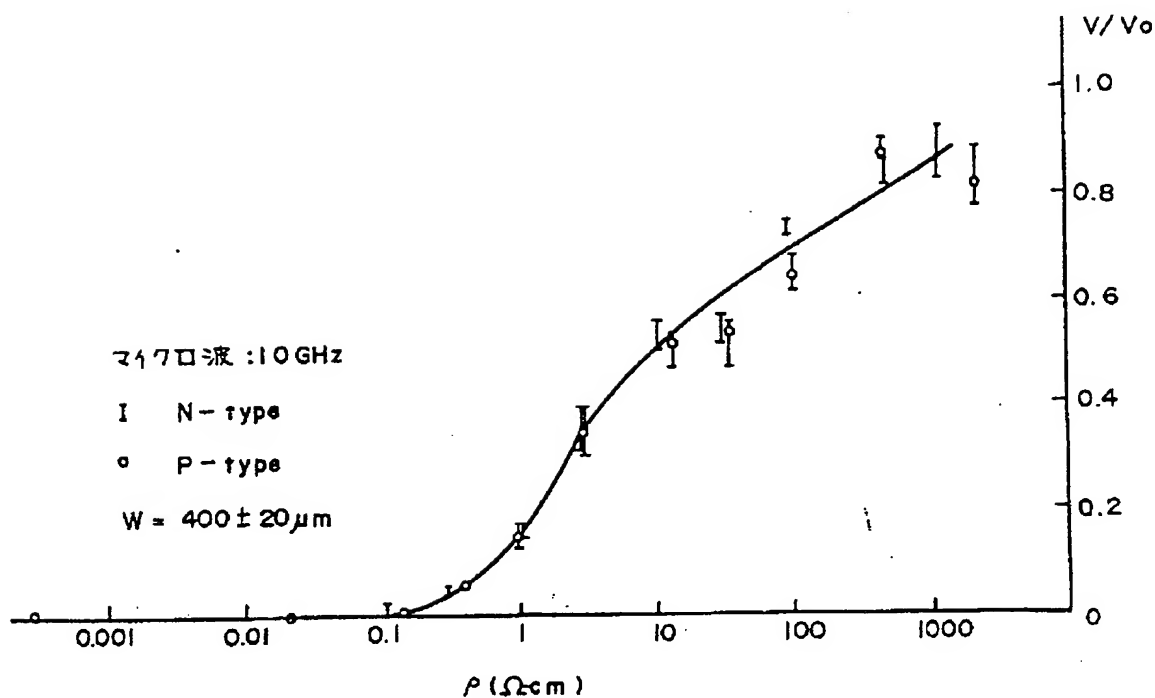
第 5 図



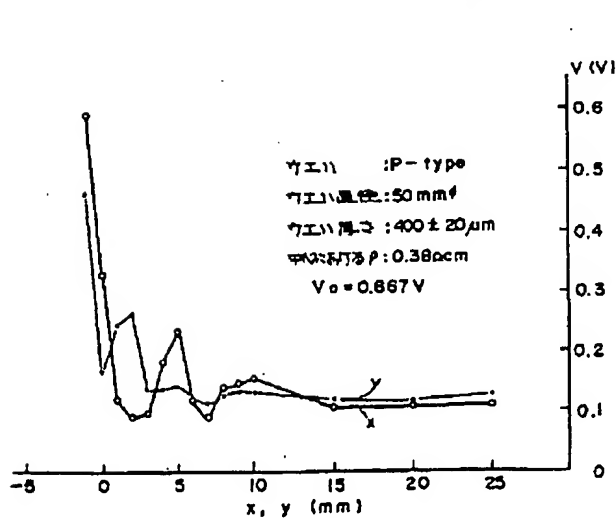
第 6 図



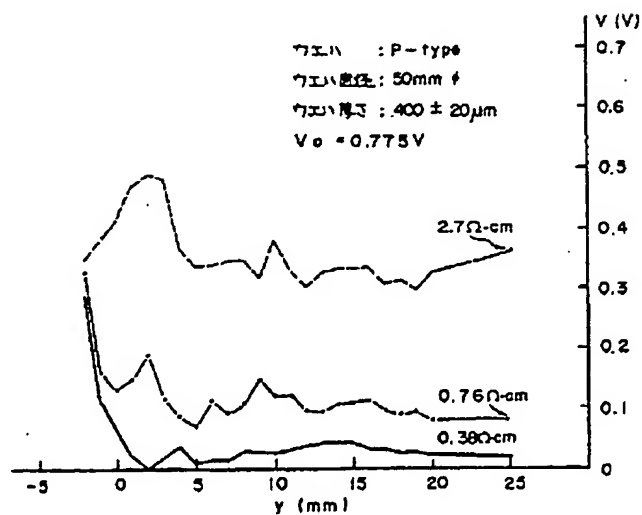
第7図



第8図



第9図





第10図

